

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2014)02-0106-05

马铃薯晚疫病预警系统在西吉县的应用

谢成君*, 刘普明, 王 颖, 穆长青

(西吉县农业技术推广服务中心, 宁夏 西吉 756200)

摘 要: 2011~2013年西吉县应用比利时马铃薯晚疫病预警系统预测预报模型, 确定3个区域马铃薯主要生育期内, 病菌生成潜在侵染的次数和代数, 准确地预报晚疫病发病期, 确定最佳防治期及防治次数。通过监测指导统防统治田病指为3.56~7.12, 农户自防区病指为8.05~16.55, 空白对照区病指达21.13~40.45, 比农户自防提高防效54.56%~72.30%、保产27.35%~36.03%, 取得了显著的经济效益, 并减少了杀菌剂施用量, 保护了生态环境。

关键词: 马铃薯晚疫病, 预警系统, 应用效果, 西吉县

Application of Warning System against Potato Late Blight in Xiji County

XIE Chengjun*, LIU Puming, WANG Ying, MU Changqing

(Xiji Agricultural Technology Extension and Service Center, Xiji, Ningxia 756200, China)

Abstract: The potential infection times and generation of *Phytophora infestans* de Bary on potatoes in three areas were predicted in growing season of Xiji County in 2011-2013, and the late blight occurrence date and thereafter optimal date and number of fungicide application were determined based on a Belgium Warning System against Potato Late Blight. The disease index was 3.56-7.12 for potato field sprayed based on the warning system, 8.05-16.55 for field sprayed by farmers, and 21.13-40.45 for blank control, increasing control efficacy by 54.56%-72.30% and yield by 27.35%-36.03% compared with late blight control by farmers and therefore significantly increasing economic benefit and reducing environmental contamination by reducing the amount of fungicide used.

Key Words: potato late blight; warning system; control efficiency; Xiji County

西吉县位于宁夏南部山区, 全县马铃薯播种面积在 8.0 万 hm^2 左右, 占全县粮食作物播种面积的 49.59%~51.65%^[1]。马铃薯晚疫病 (*Phytophora infestans* de Bary) 曾于 1950 年出现大流行^[2], 2009 年中度流行, 2012、2013 年偏重流行。为了做好马铃薯晚疫病预测预报及防治工作, 2011 年西吉县引进了比利时马铃薯晚疫病预警系统 (Warning System against Potato Late Blight), 经 3 年应用, 逐步建立和完善了马铃薯晚疫病数字化监测预警系统, 通过大田调查与预警系统结合, 全程监测马铃薯晚疫病发生情况, 及时发布预警情报, 保证了及时用药和防止滥用

农药, 指导防控工作也取得了显著的经济效益。

1 材料与方法

1.1 资料来源

在西吉县农业技术推广服务中心(何家店子)系统观测点、吉强镇黄家川和将台佳立公司马铃薯生产基地安装田间自动气象站—Davis 气象站, 采集和无线传输, 收集马铃薯田间每日最低和最高及平均气温、降雨量、每小时相对湿度和温度气象资料。在火石寨沙岗子、黄家川、张堡原、马建、西滩 5 个调查监测点, 验证发生情况。

收稿日期: 2013-11-18

作者简介: 谢成君(1956-), 男, 研究员, 从事农作物病虫害的防治、预测预报研究及推广工作。

*通信作者(Corresponding author): 谢成君, E-mail: zbxjc@163.com。

1.2 建立预警系统

1.2.1 确定侵染形成及严重程度

根据田间气象站采集到的每日气象数据, 将相对湿度 $\geq 90\%$ 的时间(湿润期)标记出来, 再将湿润期各小时的温度进行平均, 然后确定晚疫病是否发生侵染及侵染程度(表1)。根据晚疫病发生规律, 潜在侵染程度与湿润期的长短及平均温度相关, 即平均温度适宜, 湿润期越长, 发生侵染程度越严重^[3]。

表1 晚疫病发生程度与湿润期持续时间和平均温度的关系
Table 1 Relation of late bight occurrence with wet duration and mean temperature in duration

湿润期间平均温度 (℃) Mean temperature in wet duration	湿润期持续时间(h) Wet duration			
	轻 Light	中等 Medium	重 Severe	极重 Very severe
7	16.3	19.3	22.3	25.3
8	16.0	19.0	22.0	25.0
9	15.3	18.3	21.3	24.3
10	15.0	18.0	21.0	24.0
11	14.0	17.3	20.3	23.3
12	13.3	17.0	19.3	22.3
13	13.0	16.0	19.0	21.3
14	11.3	15.0	18.0	21.0
15	10.5	14.0	17.0	20.0
16	-	13.0	16.0	19.0
17	-	12.0	15.0	18.0
18	-	11.0	14.0	17.0

注: 湿润期被中断时间 ≤ 3 h将连续计算, 中断时间 > 4 h为两个不同湿润期。
Note: The wet duration was calculated continually when interruption was ≤ 3 h; two wet durations were recognized when interruption was > 4 h.

1.2.2 应用模型

根据比利时埃诺省农业应用研究中心(CARAH)专家多年试验数据, 建立 Guntz-Divoux 和 Conce 模型(表2)。两种得分方法有一定的差异, 可根据当地实际情况进行选择。由于近年来生理小种的变化, 每个侵染循环(Infection cycle)按每天的得分, 现在一般采用 Conce 参数进行模拟计算。预测误差一般不会超过1 d^[3]。

1.2.3 确定侵染周期、次数和代数

观测数据出现表1中任何一种情形, 晚疫病菌

孢子将进入叶片内(相对湿度在100%, 不受外界湿度影响)开始侵染循环, 只要得到以后每天的平均温度, 就可根据表2中数据得到一个分数, 然后将每天得到的分数进行累加, 累加7分表明一个侵染循环已经结束(完成孢子成熟—孢子萌发—新孢子侵染的过程), 新的侵染循环即将开始。一般大流行由若干代完成侵染, 需要每天按照得分绘制侵染循环曲线周期图, 来确定马铃薯主要生育期内, 病菌生成潜在侵染次数和代数。

表2 Conce模型进行侵染循环每天侵染曲线得分的计算
Table 2 Score given for daily infection curve in infection cycle in model of Conce

温度范围(℃) Temperature range	得分 Score
< 8.0	0
8.1~12.0	0.75
12.1~16.5	1.0
16.6~20.0	1.5
> 20.1	1.0

注: 日最低气温 < 0 ℃, 叶片被冻死, 晚疫病病菌不能存活, 此侵染循环被中断; 日最高气温 > 30 ℃时, 当天侵染曲线得分为0分, > 35 ℃时, 侵染循环过程被中止。
Note: When the lowest daily temperature was < 0 ℃, the leaves were frozen, the pathogen could not survive, and infection cycle was interrupted; when the highest daily temperature was > 30 ℃, the score for the day of infection was given 0 and when > 35 ℃, the infection cycle was ended.

1.3 发布预警指导防治

根据每天绘制的侵染曲线, 表明已发生代数和该代侵染积分时间, 提前4~6 d发布预警信息。一次侵染循环结束, 不采取喷药防治, 则可看到侵染叶片上的病斑及白色菌丝体。应根据不同区域、品种抗病性等确定第1次防治代数。防治代第1次侵染4~6分时用保护剂防治, 如遇雨天或劳动力等原因错过了保护剂最佳防治时间, 则在7分以后2 d内改用治疗剂防治^[3]。凡在前1次药效期内形成的侵染代, 则无需再次施药。

2 结果与分析

2.1 晚疫病侵染发生情况

2.1.1 侵染循环曲线图绘制分析

在马铃薯主要生育期内, 苗齐后(6月10日)开始, 将田间气象站每日观测到的 $\geq 90\%$ 相对湿

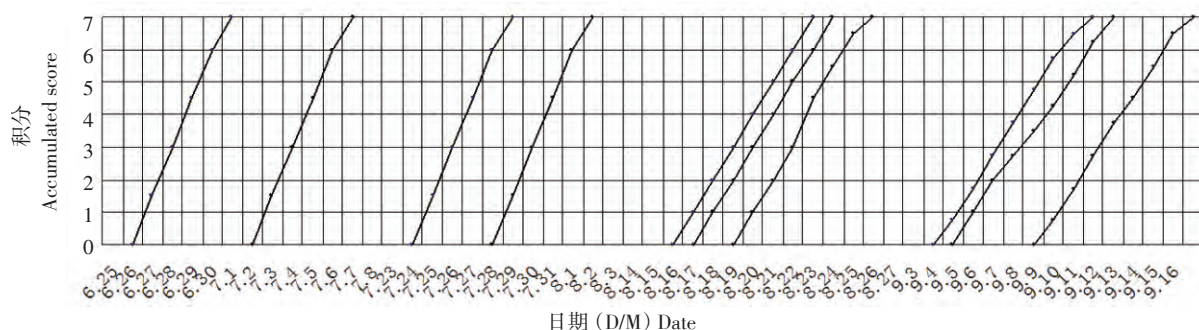


图1 2011年马铃薯晚疫病侵染循环曲线图

Figure 1 Curve of infection cycle of potato late blight in 2011

度、平均温度,对照表1查出侵染程度,确定侵染期,按日均温度、Conce方法(表2)计算得分绘制侵染循环曲线图,确定晚疫病病菌生成潜在侵染次数和代数。如2011年马铃薯晚疫病侵染循环曲线图1。

图1表明:第1条曲线侵染循环始于6月26日,当日得分为1.5,以后每天的得分都为1.5,到第5天(6月30日)累计积分达到7分时,第1代侵染循环已完成;第2条曲线表示第2代侵染循环7月2日开始,7月6日完成,其病菌孢子来源于前一次侵染循环;第3、4条曲线表明第3个侵染循环尚未完成,第4个侵染循环就已开始,说明这两个侵染的菌源是相同的,只是侵染时间不同(姊妹代)为第3代;第5、6、7条曲线为第4代侵染循环;第8、9、10条曲线为第5代侵染循环。同时表明6、7月份病菌侵染潜伏期为5 d,8月份7 d,9月份8 d。

2.1.2 侵染次数和代数

从表3看出:2011年侵染10次繁殖5代(轻度2次、中度2次、重度4次、极重2次);2012年侵染13次8代(轻度3次、中度3次、重度3次、极重4次);2013年侵染20次繁殖8代(轻度4次、中度5次、重度5次、极重6次)。2012、2013年比2011年侵染次数多3~10次、繁殖多3代,适宜的温湿度和充足的菌源量导致晚疫病偏重流行。

2.1.3 晚疫病菌在田间始见期

2011年8月3日(吉强镇大滩村‘青薯168’品种)、2012年7月23日(火石寨乡沙岗村‘陇薯3号’品种)、2013年7月21日(将台佳立公司基地‘陇薯3号’品种)始见中心病株。均在第3代侵染循环完的第2、3 d调查到。

2.2 药剂防治代数的确定

根据重庆等外地经验,一般感病品种从第3、

4代,抗病品种从第5、6代施药防治,结合当地不同区域抗病品种调查、品比抗性试验和晚疫病田间始见期,我们初步研究拟订,土石山区、葫芦河川道区的不同品种应在第3代、第4代、第5代,半干旱山区的不同品种应在第4代、第5代、第6代为第1次防治的代数(表4)。

2.3 预警及指导防治

2.3.1 发布预警信息

根据每天收集的数据进行绘图分析,全程监控晚疫病发生情况。根据已发生代数和该代侵染积分时间,提前4~6 d及时印发晚疫病发生与防治的植保情报指导防治。如‘陇薯3号’、‘青薯168’等感病品种应根据表4,土石山区和葫芦河川道区在第3代、半干旱山区第4代第1次侵染后,及时发布预警做好第1次防治,以后根据侵染程度、代数发布预警指导防治。

2.3.2 防治决策

针对不同区域、感病品种、综合防治成本等因素,按照治疗剂和保护剂交替使用的原则选择农药类型。在防治代,第1次侵染4~6分时,选用70%代森锰锌WP、75%代森锌WDG等药剂防治。因雨天错过了保护剂防治时间,在7分以后2 d内用72%甲霜锰锌WP、72%霜脲锰锌WP(克露、赛露)、68%精甲霜灵锰锌WDG、81%百菌清甲霜灵WP、69%烯酰吗啉锰锌WP治疗剂进行喷药防治^[3]。经济条件好或薯块商品价值高的地区可使用25%嘧菌酯SC、25%双炔酰菌胺SC、68.75%氟吡菌胺霜霉威SC做治疗剂^[4]。

2.3.3 防治效果

在全县3个马铃薯主产区,3年以高产示范片为核心,根据预警系统显示的结果由植保站直接指导专

表3 2011~2013年西吉县马铃薯生育期内晚疫病病菌的侵染次数和代数
Table 3 Times and generation of *P. infestans* infection in potato growing season of Xiji County in 2011–2013

编号 Code	2011			2012			2013		
	次/代	侵染时间	程度	次/代	侵染时间	程度	次/代	侵染时间	程度
	Times/	(D/M)	Severity	Times/	(D/M)	Severity	Times/	(D/M)	Severity
	Generation	Infection date		Generation	Infection date		Generation	Infection date	
1	1/1	26/06	轻	1/1	27/06	极重	1/1	20/06	极重
2	1/2	02/07	中等	2/1	28/06	重	1/2	08/07	重
3	1/3	24/07	中等	3/1	29/06	中等	2/2	09/07	极重
4	2/3	28/07	极重	1/2	05/07	中等	3/2	11/07	极重
5	1/4	16/08	轻	1/3	16/07	重	4/2	12/07	极重
6	2/4	17/08	重	2/3	17/07	轻	5/2	14/07	中等
7	3/4	19/08	重	3/3	20/07	极重	1/3	15/07	重
8	1/5	04/09	重	1/4	07/24	中等	2/3	16/07	轻
9	2/5	05/09	重	1/5	31/07	轻	3/3	18/07	中等
10	3/5	09/09	极重	1/6	12/08	极重	1/4	26/07	极重
11				2/6	16/08	重	2/4	28/07	重
12				1/7	19/08	轻	3/4	29/07	中等
13				1/8	31/08	极重	1/5	08/07	轻
14							2/5	12/07	轻
15							1/6	23/07	中等
16							1/7	04/07	中等
17							2/7	08/07	轻
18							1/8	18/07	重
19							2/8	20/07	重
20							3/8	22/07	极重

表4 西吉县马铃薯晚疫病预警监测防治适期
Table 4 Optimal time for first application of fungicide based on warning system against potato late blight

区域 Area	不同区域不同品种第1次喷药防治适期 First application of fungicide in different areas and varieties planted			
	第3代 Third generation	第4代 Fourth generation	第5代 Fifth generation	第6代 Sixth generation
土石山区 Mountain	陇薯3号、高原4号、 宁薯13号、青薯168	陇薯8号、庄薯1号、青薯9号、 宁薯11号、宁薯14号	庄薯3号、抗疫白、 天薯11号	
葫芦河川道区 Valley	陇薯3号、高原4号、晋薯17号、 宁薯13号、青薯168	陇薯8号、庄薯1号、青薯9号、 宁薯11号、宁薯14号、	庄薯3号、抗疫白、S03-2129、 天薯11号、黑美人	
半干旱山区 Semi-arid mountain		陇薯3号、高原4号、 宁薯13号、青薯168	陇薯8号、庄薯1号、青薯9号、 宁薯11号、宁薯14号	庄薯3号、抗疫白、 天薯11号、黑美人

业化防治 1 672 hm²。监测指导统防统治田病指为 3.56~7.12, 农户自防(传统防治)区病指为 8.05~16.55, 空白对照区 2013 年病指(‘青薯 9 号’、‘青薯 168’、‘陇薯 3 号’)为 21.13~40.45, 比农户自防提高防效 54.56%~72.30%, 保产 27.35%~36.03% (表 5)。

表 5 2011~2013 年马铃薯晚疫病预警系统指导防治效果
Table 5 Results of late blight control based on warning system against potato late blight in 2011-2013

年份 Year	区域 Area	示范点 Site	面积 (hm ²) Acreage	品种 Variety	防次 Fungicide application	病指 DI		产量(kg/667m ²) Yield		防效(%) Control efficiency	
						防治区 Control area	CK	防治区 Control area	CK	防效 Control efficiency	保产 Yield increase
2011	土石山区	火石寨	333	陇薯 3 号	3	7.12	15.67	1470	1105	54.56	33.03
	川道区	黄家川	133	青薯 9 号	3	5.34	13.22	2058	1610	62.10	27.83
	土石山区	沙岗子	200	青薯 168	4	6.69	16.55	1650	1213	59.58	36.03
2012	川道区	黄家川	133	青薯 9 号	4	5.61	16.32	1980	1510	65.63	31.13
	半干旱山区	泉儿湾	780	青薯 9 号	4	3.56	8.05	2114	1660	56.52	27.35
2013	川道区	将台	93	陇薯 3 号	4	4.10	14.80	1850	1430	72.30	29.37

3 讨 论

经过 3 年的马铃薯晚疫病预警系统应用证明, 能准确确定有效的防治时间、防治次数、科学合理选择药剂类型, 提高防治效果^[9]。能改变传统用药习惯, 减少防治次数, 节约农药成本和劳动力投入。解决了技术人员、经费不足和病菌的抗药性问题。同时有效避免了盲目用药的习惯, 减少了对环境的污染。为指导大面积精准防治起到了关键作用, 取得了较好的经济和生态效益, 也为今后马铃薯晚疫病的发生规律、防治研究提供了理论依据。

作者 1994 年建立的马铃薯晚疫病流行程度中长期预测模型^[2,6], 多年来预报符合率较高, 但也有它的局限性, 预报时间跨度太大, 不利于及时指导当前的防治工作^[7]。应用该系统弥补了中长期预测模型的不足之处。二者结合应用更具有指导意义。

此预警模型是基于气象条件和晚疫病菌的生长特点而形成的, 应该能应用于各种生态条件^[3]。宁南山区降雨期比较集中, 马铃薯晚疫病的湿润期比较集中和短暂, 每年的侵染次数和代数相对于我国的西南等地更少, 这就更容易采用该系统来监测晚疫病的发生和指导防治工作^[4]。建议在宁南山区乃至北方其他马铃薯主产区推广该系统。

该系统在西吉县仅应用 3 年, 年限较短, 应根

据当地多年晚疫病发生规律^[8]今后进一步验证改进。南宁山区马铃薯种植面积大, 少数的监测系统指导防治有一定困难, 应加大人力资源培训和物力的投入力度, 落实专项经费, 在不同区域购置先进的气象记录观测设备, 积累更多的数据资料, 探索更适合不同区域、不同品种的晚疫病预警模型和防治策略。

[参 考 文 献]

[1] 谢成君, 常建平, 刘普明, 等. 西吉县马铃薯病虫发生为害现状及防治对策 [J]. 中国农技推广, 2008, 24(11): 41-43.
[2] 谢成君. 用模糊综合决策模型预测马铃薯晚疫病流行程度 [J]. 马铃薯杂志, 1994, 8(1): 23-25.
[3] 谢开云, 车兴壁. 比利时马铃薯晚疫病预警系统及其在我国的应用 [J]. 中国马铃薯, 2001, 15(2): 67-71.
[4] 车兴壁, 冯晓东, 谭监润, 等. 马铃薯晚疫病预警系统在重庆的应用与实践 [C]. 全国农作物病虫测报经验交流会论文集, 2010: 150-153.
[5] 谭监润, 袁文斌, 武海燕, 等. 马铃薯晚疫病预警系统引进与应用 [J]. 南方农业, 2011, 5(5): 61-63.
[6] 谢成君, 宋杰. 马铃薯晚疫病流行程度的灰色预测初探 [J]. 马铃薯杂志, 1996, 10(3): 162-164.
[7] 刘浩, 张宗山. 比利时 CARAH 马铃薯晚疫病预测模型在宁夏南部山区的应用 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(32): 14172-14174.
[8] 谢成君. 农作物主要病虫预测 [M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1998.